

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-156756
(P2003-156756A)

(43) 公開日 平成15年5月30日 (2003.5.30)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ページ数 (参考)
G 0 2 F 1/1343		G 0 2 F 1/1343	2 H 0 4 8
G 0 2 B 5/20	1 0 1	G 0 2 B 5/20	1 0 1 2 H 0 8 9
G 0 2 F 1/1333		G 0 2 F 1/1333	2 H 0 9 0
	5 0 5		5 0 5 2 H 0 9 1
1/1335	5 0 0	1/1335	5 0 0 2 H 0 9 2
審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 17 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-355210 (P2001-355210)

(22) 出願日 平成13年11月20日 (2001.11.20)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 坂本 道昭

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 助川 統

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100109313

弁理士 机 昌彦 (外2名)

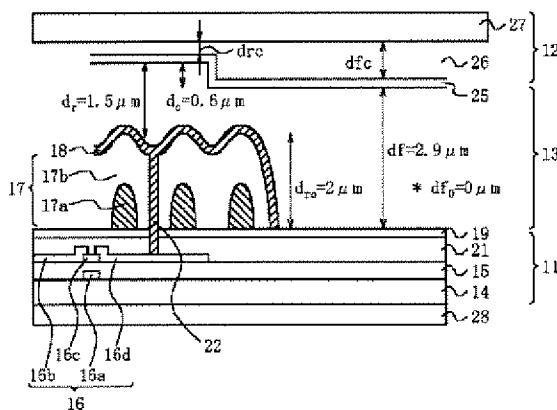
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半透過型アクティブマトリクス型液晶表示装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 外部からの入射光を反射して表示光源とするとともに、後背部の光源からの光を透過させる半透過型液晶表示装置においては、液晶のツイスト角に応じて、それぞれ白の反射率および透過率が最大となる最適な反射領域の液晶層の膜厚 d_r 及び透過領域の液晶層の膜厚 d_f を設定する必要があるのと、反射板の法線方向に効率よく反射するために、最適な反射電極の表面形状を設定する必要がある。

【解決手段】 反射領域5の液晶の膜厚 d_r は反射用有機絶縁膜の膜厚 d_{ro} と反射用色層の膜厚 d_{rc} を調整することによって、透過領域6の液晶の膜厚 d_f は透過用有機絶縁膜の膜厚 d_{fo} と透過用色層の膜厚 d_{fc} を調整することによってそれぞれ最適値に設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 配線及び薄膜トランジスタが形成された下部側基板と、前記下部側基板に対向して配置される対向側基板とによって液晶が挟持され、前記下部側基板に反射用絶縁膜が形成され、前記反射用絶縁膜の上に反射電極が形成されている反射領域と、前記下部側基板に透過用絶縁膜が形成され、前記透過用絶縁膜の上に透明電極が形成されている透過領域とが設けられ、前記対向基板の前記反射領域に対応する位置に反射用色層が形成され、前記対向基板の前記透過領域に対応する位置に透過用色層が形成され、前記反射用色層及び前記透過用色層を覆うように共通電極が形成され、前記反射電極及び透明電極と前記共通電極との間に電圧を印加する液晶表示装置であって、前記反射電極の表面の高さと前記透明電極の表面の高さは異なり、前記反射用色層と前記透過用色層の膜厚も異なることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 前記反射電極の表面の高さと前記透明電極の表面の高さの差は、前記反射用絶縁膜の膜厚、前記透過用絶縁膜の膜厚、前記反射電極の膜厚、前記透明電極の膜厚によって決まることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記反射用絶縁膜の膜厚は前記透過用絶縁膜の膜厚より厚く、前記反射用色層の膜厚は前記透過用色層の膜厚より薄いことを特徴とする請求項 1 又請求項 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記透過用絶縁膜は無機膜のみを有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一項に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 前記反射用絶縁膜の膜厚は前記透過用絶縁膜の膜厚より厚く、前記反射用色層の膜厚は前記透過用色層の膜厚より厚いことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 6】 前記反射用絶縁膜は有機絶縁膜を有し、前記有機絶縁膜の膜厚は $1.5 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】 前記反射用絶縁膜は有機絶縁膜を含み、前記有機絶縁膜の膜厚は $2 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

【請求項 8】 前記反射電極の表面の凹凸段差は $0.5 \mu\text{m}$ 以上、 $1 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

【請求項 9】 前記反射用絶縁膜は第 1 の反射用有機絶縁膜と第 2 の反射用有機絶縁膜を有し、第 1 の反射用有機絶縁膜の膜厚は $1 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 8 に記載の液晶表示装置。

【請求項 10】 前記反射用絶縁膜は第 1 の反射用有機絶縁膜と第 2 の反射用有機絶縁膜を有し、第 1 の反射用

有機絶縁膜の膜厚は $2 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 8 に記載の液晶表示装置。

【請求項 11】 配線及び薄膜トランジスタが形成された下部側基板と、前記下部側基板に対向して配置される対向側基板とによって液晶が挟持され、前記下部側基板に反射用絶縁膜が形成され、前記反射用絶縁膜の上に反射電極が形成されている反射領域と、前記下部側基板に透過用絶縁膜が形成され、前記透過用絶縁膜の上に透明電極が形成されている透過領域とが設けられ、前記対向基板の前記反射領域に対応する位置に反射用色層が形成され、前記対向基板の前記透過領域に対応する位置に透過用色層が形成され、前記反射用色層及び前記透過用色層を覆うように共通電極が形成され、前記反射電極及び透明電極と前記共通電極との間に電圧を印加する液晶表示装置の製造方法であって、前記反射領域の液晶の膜厚は前記反射用絶縁膜の膜厚と前記反射用色層の膜厚を調整する工程によって、前記透過領域の液晶の膜厚は前記透過用絶縁膜の膜厚と前記透過用色層の膜厚を調整する工程によって、それぞれ調整することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項 12】 前記反射用絶縁膜及び前記透過用絶縁膜の膜厚の調整工程は、絶縁性基板に第 1 の絶縁膜を形成する工程と、前記第 1 の絶縁膜に積層して選択的に第 2 の絶縁膜を形成する工程と、前記第 2 の絶縁膜に積層して選択的に第 3 の絶縁膜を形成する工程を有することを特徴とする請求項 11 に記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 13】 前記第 1 の絶縁膜は無機膜で、前記第 2 の絶縁膜は複数の凸パターンを成す有機膜で、前記第 3 の絶縁膜は平坦化有機膜であることを特徴とする請求項 12 に記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 14】 前記反射用色層及び前記透過用色層の膜厚の調整工程は、絶縁性基板の前記反射領域に対応する位置と前記透過領域に対応する位置の境界近傍に遮光層を形成する工程と、前記絶縁性基板の前記反射領域に対応する位置に第 1 の色層を形成する工程と、前記絶縁性基板の前記透過領域に対応する位置に第 2 の色層を形成する工程とを有することを特徴とする請求項 11 に記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 15】 前記反射用色層及び前記透過用色層の膜厚の調整工程は、絶縁性基板の前記反射領域に対応する位置及び前記透過領域に対応する位置に第 1 の色層を形成する工程と、前記絶縁性基板の前記反射領域に対応する位置又は前記透過領域に対応する位置に前記第 1 の色層に積層して第 2 の色層を形成する工程を有することを特徴とする請求項 11 に記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 16】 前記反射用色層及び前記透過用色層の膜厚の調整工程は、絶縁性基板の前記反射領域に対応する位置又は前記透過領域に対応する位置に第 1 の色層を

形成する工程と、前記絶縁性基板の前記反射領域に対応する位置及び前記透過領域に対応する位置に前記第1の色層に積層して第2の色層を形成する工程を有することを特徴とする請求項11に記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項17】 配線及び薄膜トランジスタが形成された下部側基板と、前記下部側基板に対向して配置される対向側基板とによって液晶が挟持され、前記下部側基板に反射用絶縁膜が形成され、前記反射用絶縁膜の上に反射電極が形成されている反射領域と、前記下部側基板に透過用絶縁膜が形成され、前記透過用絶縁膜の上に透明電極が形成されている透過領域とが設けられ、前記対向基板の前記反射領域に対応する位置に反射用色層が形成され、前記対向基板の前記透過領域に対応する位置に透過用色層が形成される液晶表示装置であって、一画素の前記反射用色層と前記透過用色層の境界近傍に、前記反射用色層又は前記透過用色層に積層して遮光層が形成されたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項18】 配線及び薄膜トランジスタが形成された下部側基板と、前記下部側基板に対向して配置される対向側基板とによって液晶が挟持され、前記下部側基板に反射用絶縁膜が形成され、前記反射用絶縁膜の上に反射電極が形成されている反射領域と、前記下部側基板に透過用絶縁膜が形成され、前記透過用絶縁膜の上に透明電極が形成されている透過領域とが設けられ、前記対向基板の前記反射領域に対応する位置及び前記透過領域に対応する位置に第1の色層が形成され、前記対向基板の前記透過領域に対応する位置にのみ前記第1の色層に積層して第2の色層が形成されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項19】 配線及び薄膜トランジスタが形成された下部側基板と、前記下部側基板に対向して配置される対向側基板とによって液晶が挟持され、前記下部側基板に反射用絶縁膜が形成され、前記反射用絶縁膜の上に反射電極が形成されている反射領域と、前記下部側基板に透過用絶縁膜が形成され、前記透過用絶縁膜の上に透明電極が形成されている透過領域とが設けられ、前記対向基板の前記反射領域に対応する位置に反射用色層が形成され、前記対向基板の前記透過領域に対応する位置に透過用色層が形成される液晶表示装置の製造方法であって、前記下部基板の前記反射領域に対応する位置及び前記透過領域に対応する位置に第1の色層を形成する工程と、前記下部基板の前記反射領域に対応する位置又は前記透過領域に対応する位置に前記第1の色層に積層して第2の色層を形成する工程を有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項20】 配線及び薄膜トランジスタが形成された下部側基板と、前記下部側基板に対向して配置される対向側基板とによって液晶が挟持され、前記下部側基板に反射用絶縁膜が形成され、前記反射用絶縁膜の上に反

射電極が形成されている反射領域と、前記下部側基板に透過用絶縁膜が形成され、前記透過用絶縁膜の上に透明電極が形成されている透過領域とが設けられ、前記対向基板の前記反射領域に対応する位置に反射用色層が形成され、前記対向基板の前記透過領域に対応する位置に透過用色層が形成される液晶表示装置の製造方法であって、前記下部基板の前記反射領域に対応する位置又は前記透過領域に対応する位置に第1の色層を形成する工程と、前記下部基板の前記反射領域に対応する位置及び前記透過領域に対応する位置に前記第1の色層に積層して第2の色層を形成する工程を有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は液晶表示装置に関し、特に外部からの入射光を反射して表示光源とするとともに、後背部の光源からの光を透過させる半透過型液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、装置内部に反射板を有し、この反射板により外部からの入射光を反射して表示光源とすることにより、光源としてのバックライトを備える必要のない反射型の液晶表示装置（liquid crystal display：LCD）、および、光源としてバックライトを備えた透過型液晶表示装置が知られている。

【0003】反射型液晶表示装置は、透過型液晶表示装置よりも低消費電力化、薄型化、軽量化が達成できるため、主に携帯端末用として利用されている。その理由は、外部から入射した光を装置内部の反射板で反射させることにより表示光源として利用できるので、バックライトが不要になるからである。一方で透過型液晶表示装置は、周囲の光が暗い場合において反射型液晶表示装置よりも視認性が良いという特性を持つ。

【0004】現在の液晶表示装置の基本構造は、TN（ツイステッドネマティック）方式、一枚偏光板方式、STN（スーパーツイステッドネマティック）方式、GH（ゲストホスト）方式、PDLC（高分子分散）方式、コレステリック方式等を用いた液晶と、これを駆動するためのスイッチング素子と、液晶セル内部又は外部に設けた反射板またはバックライトとから構成されている。これらの一般的な液晶表示装置は、薄膜トランジスタ（TFT）又は金属／絶縁膜／金属構造ダイオード（MIM）をスイッチング素子として用いて高精細及び高画質を実現できるアクティブマトリクス駆動方式が採用され、これに反射板またはバックライトが付随した構造となっている。

【0005】従来の反射型液晶表示装置と透過型液晶表示装置の利点を併せ持つ液晶表示装置として、図13に示すように、下部側基板の画素電極1の周囲を通り互い

に直交するようにゲート配線2とドレイン配線3が設けられ、画素電極1に薄膜トランジスタ4が設けられ、薄膜トランジスタ4のゲート電極およびドレイン電極にゲート配線2およびドレイン配線3が接続され、画素電極1に金属膜からなる反射領域5とITOからなる透過領域6が形成された半透過型液晶表示装置が開示されている(特許第2955277号公報参照)。

【0006】上記のように、画素電極に透過領域と反射領域を設けることにより、周囲の光が明るい場合にはバックライトを消して反射型液晶表示装置として使用可能であり、低消費電力という反射型液晶表示装置の特性が発揮される。また、周囲の光が暗い場合にバックライトを点灯させて透過型液晶表示装置として使用すると、周囲が暗い場合での視認性向上という透過型液晶表示装置の特性が発揮される。以下、反射型液晶表示装置としても透過型液晶表示装置としても使用可能な液晶表示装置を、半透過型液晶表示装置と呼ぶことにする。

【0007】しかし従来の半透過型液晶表示装置では、反射領域5では入射光が液晶層を往復し、透過領域6では入射光が液晶層を通過するために、液晶層における光の経路差が発生してしまい、両領域でのリタデーションの相異によって出射光強度を最適化できないという問題が存在した。その問題を解決するために特許第2955277号公報に記載された液晶表示装置には、図14に示す液晶表示装置の断面図のように、反射領域5の透明電極7下に絶縁層8設けて絶縁層8の上または下に反射板9を配置することで、反射領域5での液晶層の膜厚 d_r と透過領域6での液晶層の膜厚 d_f に差を設ける構造が開示されている。

【0008】図16はツイスト角 $\phi=0^\circ$ における液晶層の膜厚に基づいて、透過モードでの出射光の強度と、反射モードでの出射光の強度を計算した結果を示したグラフである。透過モードと反射モードの出射光強度は液晶層の厚さによって異なることが分かる。従って、反射領域の液晶層の膜厚 d_r と透過領域の液晶層の膜厚 d_f の比率を1:2程度にすることにより、反射領域5と透過領域6との光の経路差を解消して出射光の特性が近似される。このような半透過型液晶表示装置の反射領域と透過領域の出射光強度の最適化について本願発明者はさら検討を行った。その検討結果を以下に示す。

(1) 反射領域と透過領域の出射光強度の最適化

図15は半透過型液晶表示装置の各部位における偏光状態を示す図であり、図17は、液晶の膜厚と液晶のツイスト角との関係を示す図である。図15では図14の絶縁層8の上に反射電極10を配置し、反射板を兼用する構成を前提とする。図15に示すように、半透過型液晶表示装置は、下部側基板11と、対向側基板12と、両基板間に挟持されている液晶層13と、下部側基板11の下方に配置されているバックライト光源28と、下部側基板11及び対向側基板12の各々の外側に設けら

れる位相差板20a、20b及び偏光板23a、23bを具備している。

【0009】(上側の偏光板、 $\lambda/4$ 板の配置) 反射領域をノーマリーホワイト、すなわち対向側基板と反射電極及び透過電極の間に電圧がかからずに液晶がねている状態で白、液晶が立っている状態で黒とするため、液晶層13と偏光板23bとの間に位相差板($\lambda/4$ 板)20bを配置する。 $\lambda/4$ 板20bを偏光板23bの光学軸に対して 45° 回転させて挟むことにより、偏光板23bを通過した直線偏光(水平)は、右まわり円偏光となる。右回り円偏光となった光は反射領域の液晶層の膜厚 d_r を所定の値にすることで反射電極10に直線偏光として到達する。反射電極10では直線偏光は直線偏光として反射され、液晶層10を出射するときは右まわり円偏光となる。これが $\lambda/4$ 板20bにより直線偏光(水平)となり、水平方向に光学軸を持つ偏光板23bを出射し、白表示となる。

【0010】次に、液晶層13に電圧がかかった場合は液晶が立つ。このとき、液晶層13に右回り円偏光として入射した光は反射電極10まで右回り円偏光のまま到達し、反射電極10により右まわり円偏光は左まわり円偏光として反射する。そして、左回り円偏光のまま液晶層13を出射したのち、 $\lambda/4$ 板20bにより直線偏光(垂直)として変換され、偏光板23bに吸収されて光は出射しない。このため黒表示となる。

【0011】(下側の $\lambda/4$ 板、偏光板の配置) 透過の場合、電圧のかけた状態で黒表示となるように下側の $\lambda/4$ 板20a、偏光板23aの光学軸の配置角が決定される。下側偏光板23aは上側の偏光板23bとクロスニコルに、すなわち 90° 回転した方向に配置される。また、上側の $\lambda/4$ 板20bの影響をキャンセル(補償)するため、下側の $\lambda/4$ 板20aもまた 90° 回転して配置される。液晶は電圧をかけた状態では立っているため、光の偏光状態は変化しないので、結局、偏光板23a、23bがクロスニコルに配置されていることと光学的には等価となり、電圧がかけた状態で黒表示となる。以上のようにして、半透過型液晶表示装置の光学部材の配置、および光学軸の配置角が決定される。

【0012】以上の配置角で光学部材を配置し、液晶のツイスト角 ϕ を $0^\circ \sim 90^\circ$ の範囲で変化させた時の、それぞれ白の反射率および透過率が最大となる最適な反射領域の液晶層の膜厚 d_r 及び透過領域の液晶層の膜厚 d_f を図17に示す。図17より、透過領域と反射領域の最適な液晶層の厚さは、液晶のツイスト角 72° で一致し、液晶のツイスト角が小さくなるにつれ、反射領域の最適な液晶層の厚さの方が透過領域の最適な液晶層の膜厚よりも小さくなる。液晶として $\Delta n=0.086$ のネマティック液晶を用い、ツイスト角を 72° に設定したときの透過領域と反射領域の最適な液晶層の膜厚は $d_r=d_f=2.7\mu m$ 、ツイスト角を 0° に設定したた

ときの透過領域と反射領域の最適な液晶層の膜厚は $d_r = 1.5 \mu\text{m}$ 、 $d_f = 2.9 \mu\text{m}$ である。

(2) 反射板の法線方向に効率よく反射するための条件
図 18 (a) は、反射板 1 に入射する光 L_i と、反射板 32 に反射して観察者が視認する光 L_r とを模式的に示したものである。入射光 L_i 及び反射光 L_r が反射板 32 の法線方向となす角をそれぞれ入射角 T_i 及び反射角 T_r とする。入射光 L_i は、凸パターン 33 及び第 2 の絶縁膜 34 により凹凸状に形成されている反射電極 35 で反射されるので、入射角 T_i と反射角 T_r は異なる値となる。

【0013】図 18 (b) は、凹凸状の反射電極 35 の一点 A に入射した光の反射について模式的に示した図である。ここでは、簡便のために反射電極 35 の表面形状と反射板 32 のみを図示している。

【0014】入射光 L_i が凹凸状の反射電極 35 の A 点に入射すると、入射光 L_i は A 点における反射電極 35 の接平面での反射となるため、反射光 L_r は A 点における法線方向を対称軸とした方向に反射する。

【0015】ここで、A 点における反射電極 35 の接平面と反射板 32 とのなす角は A 点における傾斜角 θ と定義すると、反射光 L_i の反射方向の分布は反射電極 35 の凹凸の傾斜角 θ の分布に依存することになる。このため、観察者 P が反射板 32 の輝度に関して主観評価を行い、明るい反射であると認識するように傾斜角 θ の分布を設計することが重要となる。

【0016】反射型液晶表示装置や半透過型液晶表示装置を使用する状況を検討すると、図 19 (a) に示すように、反射板 32 の法線方向と 0 乃至 -60 度の角度にある光源 S からの入射光 L_i が、 -10 乃至 $+20$ 度の角度に反射される反射光 L_r を観察者 P が視認する状況と、図 19 (b) に示すように、反射板 32 の A 点への左右 20 度内の方向からの入射光 L_i を左右 20 度以内の方向で観察者 P が反射光 L_r を視認する状況と、が支配的であると考えられる。

【0017】反射板 32 に形成されている凹凸パターンに、観察者 P から見て水平方向に伸びた形状の凹凸を多く含むことにより、図 19 (a) に示したように、光源 S からの入射光 L_i を効率的に観察者 P への反射光 L_r とするような指向性を伴った反射板 32 を設計することができる。

【0018】図 20 は反射板 32 に形成され凹凸パターンの平面図である。図中の傾斜部分が凸パターン 33 の形成されている領域であり、白抜きの三角形で示されている領域が凹部が形成されている領域である。図 20 においては、凹部を示す三角形は規則的に配列されているが、実際には、ある程度の乱雑さをもって三角形が配列されている。ここでは複数の三角形の 3 辺を凸パターン 33 が画定している例を示したが、凹凸パターンとしては複数の線状凸パターンにより四角形や楕円形などの閉

じた図形（閉図形）が形成されるものであればよい。

【0019】図 21 は図 20 の 2 点間の模式的な断面図である。凸パターン 33 の中心間距離を L 、凸パターン 33 の幅を W 、凸パターン 33 の高さを D 、第 2 の絶縁膜 34 の高さが極小となる高さを d 、第 2 絶縁膜 34 の高さが最大となる点と最小となる点の高さ差を ΔD 、すなわち反射電極の表面の凹凸段差とする。第 2 絶縁膜層 34 の上面に塗布されたアルミニウム膜（反射電極 35）は薄いため、その厚さは無視し、図示しない。

【0020】図 19 (a) において、反射角 $0 \sim 10$ 度の反射率が高くなるように反射電極の表面形状を決める必要がある。反射電極の表面形状は、図 21 に示す反射電極 31 の表面の凹凸段差 ΔD と、凸パターン（第 1 の絶縁膜）33 の中心間距離 L によって概略決まる。

【0021】最近の液晶表示装置は高精細であることが要求されている。また、携帯電話等の携帯機器では、より明るい画面の要請から半透過型が主流になりつつある。高精細化、半透過化により、一画素に含まれる三角形（凹部）の数が少なくなると、反射光同士の干渉が発生するという問題が生じる。一画素に含まれる三角形の数が少なくなると、一画素の中で干渉をキャンセルすることが難しくなるからである。そこで凸パターン（第 1 の絶縁膜）33 の中心間距離 L はできるだけ小さくする必要があるが、これは露光精度等の製造上の能力で決まるため、現在の中心間距離 L は $60 \sim 80 \mu\text{m}$ である。そこで、反射電極の表面形状は、反射電極 31 の表面の凹凸段差 ΔD とで概略決まることになる。

【0022】

【発明が解決しようとする課題】半透過型液晶表示装置の市場要求は明るい表示がポイントだが、上述したように明るい表示を実現するには、

(1) 液晶のツイスト角に応じて、それぞれ白の反射率および透過率が最大となる最適な反射領域の液晶層の膜厚 d_r 及び透過領域の液晶層の膜厚 d_f を図 17 に示すように設定する必要がある。

(2) 反射板の法線方向に効率よく反射するために、最適な反射電極の表面形状を設定する必要がある。

【0023】従って本発明は、これらの条件をともに満足する、反射領域においても透過領域においても輝度を最大にする半透過型液晶表示装置を提供することを課題とする。

【0024】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項 1 に係る発明は、配線及び薄膜トランジスタが形成された下部側基板と、前記下部側基板に対向して配置される対向側基板とによって液晶が挟持され、前記下部側基板に反射用絶縁膜が形成され、前記反射用絶縁膜の上に反射電極が形成されている反射領域と、前記下部側基板に透過用絶縁膜が形成され、前記透過用絶縁膜の上に透明電極が形成されている透過領域とが設けら

れ、前記対向基板の前記反射領域に対応する位置に反射用色層が形成され、前記対向基板の前記透過領域に対応する位置に透過用色層が形成され、前記反射用色層及び前記透過用色層を覆うように共通電極が形成され、前記反射電極及び前記透明電極と前記共通電極との間に電圧を印加する液晶表示装置であって、前記反射電極の表面の高さと前記透明電極の表面の高さは異なり、前記反射用色層と前記透過用色層の膜厚も異なることを特徴とする液晶表示装置を提供する。

【0025】それぞれ白の反射率および透過率が最大となる最適な反射領域の液晶層の膜厚 d_r 及び透過領域の液晶層の膜厚 d_t になるように、反射電極の表面の高さと透明電極の表面の高さ、及び反射用色層と透過用色層の膜厚を設定することができる。下部側基板の高さと色層の膜厚の両者を設定できることによって、設定の自由度が大きくなる。

【0026】請求項2に係る発明は、前記反射電極の表面の高さと前記透明電極の表面の高さの差は、前記反射用絶縁膜の膜厚、前記透過用絶縁膜の膜厚、前記反射電極の膜厚、前記透明電極の膜厚によって決まることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置を提供する。

【0027】透過用絶縁膜が無機膜のみを有する場合は、反射電極と透明電極の表面の高さの差は、反射絶縁膜と反射電極の積層膜の膜厚になる。透過用絶縁膜が無機膜のみを有する場合は、反射電極と透明電極の表面の高さの差は、反射用絶縁膜と反射電極の積層膜の膜厚と透過用絶縁膜と透明電極の積層膜の膜厚の差になる。

【0028】請求項3に係る発明は、前記反射用絶縁膜の膜厚は前記透過用絶縁膜の膜厚より厚く、前記反射用色層の膜厚は前記透過用色層の膜厚より薄いことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の液晶表示装置を提供する。

【0029】ツイスト角が60度以下では、通常このような構成で、それぞれ白の反射率および透過率が最大となるように設定することができる。

【0030】請求項4に係る発明は、前記透過用絶縁膜は無機膜のみを有することを特徴とする請求項1乃至は請求項3の何れか一項に記載の液晶表示装置を提供する。

【0031】透過用絶縁膜は薄い無機膜のみを有することによって、透過領域の透過率を高くすることができる。

【0032】請求項5に係る発明は、前記反射用絶縁膜の膜厚は前記透過用絶縁膜の膜厚より厚く、前記反射用色層の膜厚は前記透過用色層の膜厚より厚いことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の液晶表示装置を提供する。

【0033】ツイスト角が60度以上では、通常このような構成で、それぞれ白の反射率および透過率が最大となるように設定することができる。

【0034】請求項6に係る発明は、前記反射用絶縁膜は有機絶縁膜を有し、前記有機絶縁膜の膜厚は1.5 μ m以上であることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれか一項に記載の液晶表示装置を提供する。

【0035】有機絶縁膜の膜厚を1.5 μ m以上に設定することによって、反射板の法線方向に効率よく反射することができる。

【0036】請求項7に係る発明は、前記反射用絶縁膜は有機絶縁膜を含み、前記有機絶縁膜の膜厚は2 μ m以上であることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれか一項に記載の液晶表示装置を提供する。

【0037】有機絶縁膜の膜厚を2 μ m以上に設定することによって、ばらつきを考慮し、反射板の法線方向に効率よく反射することが確実にできる。

【0038】請求項8に係る発明は、前記反射電極の表面の凹凸段差は0.5 μ m以上、1 μ m以下であることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれか一項に記載の液晶表示装置を提供する。

【0039】反射電極の表面の凹凸段差を0.5 μ m以上、1 μ m以下に形成することによって、反射板の法線方向に効率よく反射することができる。

【0040】請求項9に係る発明は、前記反射用絶縁膜は第1の反射用有機絶縁膜と第2の反射用有機絶縁膜を有し、第1の反射用有機絶縁膜の膜厚は1 μ m以上であることを特徴とする請求項8に記載の液晶表示装置を提供する。

【0041】第1の反射用有機絶縁膜の膜厚を1 μ m以上形成することによって、反射電極の表面の凹凸段差を0.5 μ m以上にすることができる。

【0042】請求項10に係る発明は、前記反射用絶縁膜は第1の反射用有機絶縁膜と第2の反射用有機絶縁膜を有し、第1の反射用有機絶縁膜の膜厚は2 μ m以上であることを特徴とする請求項8に記載の液晶表示装置を提供する。

【0043】第1の反射用有機絶縁膜の膜厚を2 μ m以上形成することによって、ばらつきを考慮しても、反射電極の表面の凹凸段差を確実に0.5 μ m以上にすることができる。

【0044】請求項11に係る発明は、配線及び薄膜トランジスタが形成された下部側基板と、前記下部側基板に対向して配置される対向側基板とによって液晶が挟持され、前記下部側基板に反射用絶縁膜が形成され、前記反射用絶縁膜の上に反射電極が形成されている反射領域と、前記下部側基板に透過用絶縁膜が形成され、前記透過用絶縁膜の上に透明電極が形成されている透過領域とが設けられ、前記対向基板の前記反射領域に対応する位置に反射用色層が形成され、前記対向基板の前記透過領域に対応する位置に透過用色層が形成され、前記反射用色層及び前記透過用色層を覆うように共通電極が形成され、前記反射電極及び透明電極と前記共通電極との間に

電圧を印加する液晶表示装置の製造方法であって、前記反射領域の液晶の膜厚は前記反射用絶縁膜の膜厚と前記反射用色層の膜厚を調整する工程によって、前記透過領域の液晶の膜厚は前記透過用絶縁膜の膜厚と前記透過用色層の膜厚を調整する工程によって、それぞれ調整することを特徴とする液晶表示装置の製造方法を提供する。

【0045】請求項12に係る発明は、前記反射用絶縁膜及び前記透過用絶縁膜の膜厚の調整工程は、絶縁性基板に第1の絶縁膜を形成する工程と、前記第1の絶縁膜に積層して選択的に第2の絶縁膜を形成する工程と、前記第2の絶縁膜に積層して選択的に第3の絶縁膜を形成する工程を有することを特徴とする請求項11に記載の液晶表示装置の製造方法を提供する。

【0046】請求項13に係る発明は、前記第1の絶縁膜は無機膜で、前記第2の絶縁膜は複数の凸パターンを成す有機膜で、前記第3の絶縁膜は平坦化有機膜であることを特徴とする請求項12に記載の液晶表示装置の製造方法を提供する。

【0047】このようにして、簡易なプロセスで法線方向に効率よく反射する反射板を形成することができる。

【0048】請求項14に係る発明は、前記反射用色層及び前記透過用色層の膜厚の調整工程は、絶縁性基板の前記反射領域に対応する位置と前記透過領域に対応する位置の境界近傍に遮光層を形成する工程と、前記絶縁性基板の前記反射領域に対応する位置に第1の色層を形成する工程と、前記絶縁性基板の前記透過領域に対応する位置に第2の色層を形成する工程とを有することを特徴とする請求項11に記載の液晶表示装置の製造方法を提供する。

【0049】請求項15に係る発明は、前記反射用色層及び前記透過用色層の膜厚の調整工程は、絶縁性基板の前記反射領域に対応する位置及び前記透過領域に対応する位置に第1の色層を形成する工程と、前記絶縁性基板の前記反射領域に対応する位置又は前記透過領域に対応する位置に前記第1の色層に積層して第2の色層を形成する工程を有することを特徴とする請求項11に記載の液晶表示装置の製造方法を提供する。

【0050】請求項16に係る発明は、前記反射用色層及び前記透過用色層の膜厚の調整工程は、絶縁性基板の前記反射領域に対応する位置又は前記透過領域に対応する位置に第1の色層を形成する工程と、前記絶縁性基板の前記反射領域に対応する位置及び前記透過領域に対応する位置に前記第1の色層に積層して第2の色層を形成する工程を有することを特徴とする請求項11に記載の液晶表示装置の製造方法を提供する。

【0051】上記3通りの製造方法のいずれかを採用することによって、パターンニング精度のずれによって、反射領域の色層と反射領域の色層の間に色層のない領域が発生しても、そこから光漏れが発生することを防ぐことができる。

【0052】請求項17に係る発明は、配線及び薄膜トランジスタが形成された下部側基板と、前記下部側基板に対向して配置される対向側基板とによって液晶が挟持され、前記下部側基板に反射用絶縁膜が形成され、前記反射用絶縁膜の上に反射電極が形成されている反射領域と、前記下部側基板に透過用絶縁膜が形成され、前記透過用絶縁膜の上に透明電極が形成されている透過領域とが設けられ、前記対向基板の前記反射領域に対応する位置に反射用色層が形成され、前記対向基板の前記透過領域に対応する位置に透過用色層が形成される液晶表示装置であって、一画素の前記反射用色層と前記透過用色層の境界近傍に、前記反射用色層又は前記透過用色層に積層して遮光層が形成されたことを特徴とする液晶表示装置を提供する。

【0053】このような構成により、パターンニング精度のずれによって、反射領域の色層と反射領域の色層の間に色層のない領域が発生しても、そこから光漏れが発生することを防ぐことができる。

【0054】請求項18に係る発明は、配線及び薄膜トランジスタが形成された下部側基板と、前記下部側基板に対向して配置される対向側基板とによって液晶が挟持され、前記下部側基板に反射用絶縁膜が形成され、前記反射用絶縁膜の上に反射電極が形成されている反射領域と、前記下部側基板に透過用絶縁膜が形成され、前記透過用絶縁膜の上に透明電極が形成されている透過領域とが設けられ、前記対向基板の前記反射領域に対応する位置及び前記透過領域に対応する位置に第1の色層が形成され、前記対向基板の前記透過領域に対応する位置にのみ前記第1の色層に積層して第2の色層が形成されていることを特徴とする液晶表示装置を提供する。

【0055】このような構成により、透過領域の色層を反射領域の色層より厚くすることができる。また、第1の色層と第2の色層の厚さと材質を適当に選択することによって、透過領域と反射領域の色味を調整し、合わせることができる。さらに、パターンニング精度のずれによって、反射領域の色層と反射領域の色層の間に色層のない領域が発生することを防ぐことができる。

【0056】請求項19に係る発明は、配線及び薄膜トランジスタが形成された下部側基板と、前記下部側基板に対向して配置される対向側基板とによって液晶が挟持され、前記下部側基板に反射用絶縁膜が形成され、前記反射用絶縁膜の上に反射電極が形成されている反射領域と、前記下部側基板に透過用絶縁膜が形成され、前記透過用絶縁膜の上に透明電極が形成されている透過領域とが設けられ、前記対向基板の前記反射領域に対応する位置に反射用色層が形成され、前記対向基板の前記透過領域に対応する位置に透過用色層が形成される液晶表示装置の製造方法であって、前記下部基板の前記反射領域に対応する位置及び前記透過領域に対応する位置に第1の色層を形成する工程と、前記下部基板の前記反射領域に

対応する位置又は前記透過領域に対応する位置に前記第 1 の色層に積層して第 2 の色層を形成する工程を有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法を提供する。

【0057】請求項 20 に係る発明は、配線及び薄膜トランジスタが形成された下部側基板と、前記下部側基板に対向して配置される対向側基板とによって液晶が挟持され、前記下部側基板に反射用絶縁膜が形成され、前記反射用絶縁膜の上に反射電極が形成されている反射領域と、前記下部側基板に透過用絶縁膜が形成され、前記透過用絶縁膜の上に透明電極が形成されている透過領域とが設けられ、前記対向基板の前記反射領域に対応する位置に反射用色層が形成され、前記対向基板の前記透過領域に対応する位置に透過用色層が形成される液晶表示装置の製造方法であって、前記下部基板の前記反射領域に対応する位置又は前記透過領域に対応する位置に第 1 の色層を形成する工程と、前記下部基板の前記反射領域に対応する位置及び前記透過領域に対応する位置に前記第 1 の色層に積層して第 2 の色層を形成する工程を有することを特徴とする液晶表示装置の製造方法を提供する。

【0058】上記 2 通りの製造方法のいずれかを採用することによって、パターンニング精度のずれによって、反射領域の色層と反射領域の色層の間に色層のない領域が発生しても、そこから光漏れが発生することを防ぐことができる。

【0059】

【発明の実施の形態】以下に本発明の形態につき図面を参照して説明する。以下は本発明の一実施形態であって本発明を限定するものではない。

【0060】（実施の形態 1）図 1 は、本発明の一実施の形態に係る半透過型液晶表示装置の部分断面図であり、ツイスト角 $\phi = 0^\circ$ の場合である。図 1 に示すように、半透過型液晶表示装置は、装置内部に、下部側基板 11、下部側基板 11 に対向して配置された対向側基板 12、及び下部側基板 11 と対向側基板 12 の間に挟み込まれた液晶層 13 を有している。この半透過型液晶表示装置は、例えば、薄膜トランジスタ (thin film transistor: TFT) をスイッチング素子として各画素毎に設けた、アクティブマトリクス方式を採用している。

【0061】下部側基板 11 は、絶縁性基板 14、絶縁保護膜 15、TFT 16、パシベーション膜 21、反射用有機絶縁膜 17、反射電極 18 及び透明電極 19 を有している。絶縁性基板 14 の上には、絶縁保護膜 15 が積層され、絶縁保護膜 15 の上には、TFT 16 が形成されている。TFT 16 は、絶縁性基板 14 上のゲート電極 16a、ゲート電極 16a を覆う絶縁保護膜 15 上のドレイン電極 16b、半導体層 16c、及びソース電極 16d を有している。ドレイン電極 16b、半導体層 16c、ソース電極 16d はパシベーション膜 21 によって覆われ、パシベーション膜 21 の上には透明電極 1

9 が形成されている。

【0062】各表示セルは反射領域 5 と透過領域 6 を具備している。反射領域 5 では、パシベーション膜 21 の上に凸パターンから成る第 1 の反射用有機絶縁膜 17a と第 2 の反射用有機絶縁膜 17b が積層されている。第 2 の反射用有機絶縁膜 17b には、TFT 16 のソース電極 16d に達するコンタクトホール 22 が開けられている。更に、コンタクトホール 22 と共に第 2 の反射用有機絶縁膜 17b を覆って、反射電極 18 が積層されている。反射電極 18 及び透明電極 19 は、コンタクトホール 22 を介して TFT 16 のソース電極 16d に接続され画素電極としての機能を有する。また、反射電極 18 は反射板としての機能も有する。

【0063】反射電極 18 及び透明電極 19 を覆って、液晶分子を配向させるためのポリイミド等の配向膜が積層され（図示せず）、ラビングが施されることにより液晶層 13 の液晶分子の配向方向が決定される。対向側基板 12 の液晶層 13 と接する面も配向膜で覆われている（図示せず）。

【0064】対向側基板 12 は、絶縁性基板 27、絶縁性基板 27 の上に形成された色層 26、色層 26 の上に形成され液晶層 13 と接する透明電極 25 を有している。反射領域の色層の膜厚は透過領域の色層の膜厚より d_c だけ薄く設定されている。ただし、異なる膜厚の境界は、反射領域 5 と透過領域 6 の境界、すなわち、反射電極 18 が形成された領域と透明電極 19 が形成された領域の境界とは少しずらしてある。これは、液晶のディスクリを目立たなくするためである。

【0065】また、下部側基板 11 の液晶層 13 と反対側には、バックライト 28 が設けられている。このバックライト 28 からの光は、透過領域 6 の絶縁性基板 14 および絶縁保護膜 15、パシベーション膜 21 及び透明電極 19 を透過して液晶層 13 に達し、液晶層 13 を経て透明電極 25 から対向側基板 12 の外に出射される。

【0066】図 17 から、ツイスト角 $\phi = 0^\circ$ の場合の最適な反射領域の液晶層の膜厚 d_r は $1.5 \mu\text{m}$ 、透過領域の液晶層の膜厚 d_f は $2.9 \mu\text{m}$ であり、反射用有機絶縁膜、すなわち第 1 の反射用有機絶縁膜 17a と第 2 の反射用有機絶縁膜 17b の積層膜の膜厚 d_r を $2 \mu\text{m}$ 、透過用有機絶縁膜の膜厚 d_f を $0 \mu\text{m}$ 、反射用色層の膜厚を透過用色層の膜厚より $0.6 \mu\text{m}$ 薄く、絶縁性基板 14 と 27 の間隔を適宜設定することによって実現できる。ここで、表面に凹凸が形成されている積層された反射用有機絶縁膜 17 の膜厚は平均膜厚で考える。

【0067】次に、図 1 に示す半透過型液晶表示装置の下部側基板 11 及び対向側基板 12 の製造方法について説明する。

【0068】図 2 は、図 1 に示す半透過型液晶表示装置の下部側基板 11 の製造工程を示す説明図である。先ず、絶縁性基板 14 の上に、ゲート電極 16a を形成し

10

20

30

40

50

て絶縁保護膜15を積層し、絶縁保護膜15の上に、ドレイン電極16b、半導体層16c及びソース電極16dをそれぞれ形成して、スイッチング素子としてのTFT16の基板を形成し、TFT16を覆うようにパシベーション膜21を形成し、パシベーション膜21の上に透明電極19を形成する((a)参照)。透明電極19の上に有機樹脂を塗布した後、露光・現像処理を行って凸パターン形成マスクにより、反射領域5に反射電極18の表面に凹凸パターンを形成するための複数の凸パターンである第1の反射用有機絶縁膜17aを形成する((b)参照)。第1の反射用有機絶縁膜17aの材質はアクリル樹脂で、日本合成化学製PC415G(15cp)を用いた。このとき、透過領域6には第1の反射用有機絶縁膜17aが形成されないようなマスクになっている。熱焼成により有機樹脂の角部分が丸みを帯びるものとなる((c)参照)。焼成は230℃で1時間行った。次に、第1の反射用有機絶縁膜17aを覆うように、有機樹脂からなる層間膜を塗布して、滑らかな凹凸形状とした後、露光・現像処理を行って透過領域の層間膜を削除する。層間膜の材質はアクリル樹脂で、日本合成化学製PC405G(5-10cp)を用いた。その後、層間膜の熱焼成を行い第2の反射用有機絶縁膜17bを形成する。焼成は230℃で1時間行った。更に、ソース電極16dまで通じるコンタクトホール22を第2の反射用有機絶縁膜17bに形成する((d)参照)。次に、各々100nm以上、好ましくは200nm以上のバリアメタルであるMoと反射メタルであるAlを連続成膜する。さらに、Al/Moをウェットエッチングにより一括エッチングして、反射領域6の反射電極19のパターニングを行う((e)参照)。なお、第1の反射用有機絶縁膜17a、第2の反射用有機絶縁膜17bの膜厚はそれぞれの有機樹脂の塗布厚で制御することができる。

【0069】液晶層における光の経路差と同様のことが色層についても言える。すなわち、反射領域では入射光が色層を往復し、透過領域では入射光が色層を1回通過するために、反射領域と透過領域の色度域を一致させるために、色毎に透過領域用の色層と反射領域用の色層を設ける必要がある。透過領域と反射領域で異なった樹脂又は異なった膜厚の色層、若しくは樹脂も膜厚も異なった色層によってこれを実現することができる。特開2000-267081には、反射領域の色層の厚さを透過領域の色層の厚さの半分にすることによって色度域を一致させる技術が開示されている。本発明では、反射率、透過率最大になるように色層の厚さも含めて調整し、色度域の調整は色層の厚さと色層の材質によって制御することを特徴とする。この製造方法を含めて以下に対向側基板12の製造方法を示す。

【0070】図3は、図1に示す半透過型液晶表示装置の対向側基板12の製造工程を示す説明図である。先

ず、対向側基板12の絶縁性基板27の全面に遮光膜を形成し、パターニングして反射領域と透過領域の境界近傍に遮光層29を形成する((a)参照)。次に、対向側基板12の絶縁性基板27の全面に、例えば赤色の透過領域用樹脂層を形成し、パターニングして赤色の透過領域の色層26R-fを形成する((b)参照)。続いて、全面に、赤色の反射領域用樹脂層を形成し、パターニングして赤色の反射領域の色層26R-rを形成する((c)参照)。同様に、緑色の透過領域用樹脂層、緑色の反射領域用樹脂層、青色の透過領域用樹脂層、青色の反射領域用樹脂層を形成した後、全面を覆うようにスパットによってITOを形成する。各樹脂層の膜厚は、各樹脂層を形成するときの膜厚で制御することができる。このようにして、色毎及び領域毎に異なった樹脂、異なった膜厚の色層を形成することができる。各色の反射領域と透過領域の境界近傍に遮光層29を形成することによって、パターニング精度のずれによって、反射領域の色層と反射領域の色層の間に色層のない領域が発生しても、そこから光漏れが発生することを防ぐことができる。遮光層29は1画素(本明細書では、色が異なる画素はそれぞれ別の画素として扱う)の反射領域と透過領域の境界近傍のみに形成しても構わない。半透過型液晶表示装置では、表示の明るさを優先させるため、画素間の遮光層は省かれることが多いためである。

【0071】図4に対向側基板12の他の製造工程の説明図を示す。まず、対向側基板12の絶縁性基板27の全面に、例えば赤色の第1の樹脂層を形成し、パターニングして赤色の第1の色層26R-1を赤色の透過領域及び反射領域に形成する((a)参照)。続いて、全面に、赤色の第2の樹脂層を形成し、パターニングして赤色の第2の色層26R-2を赤色の透過領域に形成する((b)参照)。このようにして、赤色の反射領域には赤色の第1の色層26R-1が、赤色の透過領域には赤色の第1の色層26R-1と赤色の第2の色層26R-2の積層膜が形成される。従って、赤色の透過領域の色味は赤色の第1の色層26R-1と赤色の第2の色層26R-2によって決まる。同様に、緑色の透過領域用樹脂層、緑色の反射領域用樹脂層、青色の透過領域用樹脂層、青色の反射領域用樹脂層を形成した後、全面を覆うようにスパットによってITOを形成する。各樹脂層の膜厚は、各樹脂層を形成するときの膜厚で制御することができる。

【0072】図5に対向側基板12の他の製造工程の説明図を示す。まず、対向側基板12の絶縁性基板27の全面に、例えば赤色の第1の樹脂層を形成し、パターニングして赤色の第1の色層26R-1を赤色の透過領域に形成する((a)参照)。続いて、全面に、赤色の第2の樹脂層を形成し、パターニングして赤色の第2の色層26R-2を赤色の透過領域及び反射領域に形成する((b)参照)。このようにして、赤色の透過領域には

10

20

30

40

50

赤色の第1の色層26R-1と赤色の第2の色層26R-2の積層膜が、赤色の反射領域には赤色の第2の色層26R-2が形成される。従って、赤色の透過領域の色味は赤色の第1の色層26R-1と赤色の第2の色層26R-2によって決まる。同様に、緑色の透過領域用樹脂層、緑色の反射領域用樹脂層、青色の透過領域用樹脂層、青色の反射領域用樹脂層を形成した後、全面を覆うようにスパットによってITOを形成する。各樹脂層の膜厚は、各樹脂層を形成するときの膜厚で制御することができる。

【0073】図4、5の製造方法においても遮光層を形成しても構わない。しかし、遮光層29を形成しないでも、パターンニング精度のずれによって、反射領域の色層と反射領域の色層の間に色層のない領域が発生することはない。

【0074】(実施の形態2) 本発明の実施の形態2に係る半透過型液晶表示装置の部分断面図を図6に示す。ツイスト角は $\phi = 60^\circ$ の場合である。図1と同様に、下部側基板11、対向側基板12、液晶層13を有し、各表示セルは反射領域5と透過領域6を具備している。図1と異なるのは、図17に示した液晶層の最適な膜厚に従って、反射領域5の液晶層の膜厚 d_r を $2\mu\text{m}$ 、透過領域6の液晶層の膜厚 d_f を $2.8\mu\text{m}$ とし、また液晶層の膜厚を以上のように設定するために、反射領域5の色層の膜厚を透過領域6の色層の膜厚より $1.2\mu\text{m}$ 薄くした点である。下部側基板11、対向側基板12の製造方法も図2、3と同じため省略する。

【0075】なお、ツイスト角 60° の場合は、ツイスト角 0° の場合に比べ、下部側基板と対向側基板のツイスト角がずれているため透過率は $50\sim 75\%$ に低下するが、黒が沈み、コントラストが高くなる。また、斜めから表示面を見た場合でも、下部側基板と対向側基板のツイスト角がずれているため補償され、色シフトが小さくなる。これに対して、ツイスト角 0° の場合は、透過率が 100% と高い反面、黒浮きが大きく、コントラストが低下し、色シフトも大きい。

【0076】(実施の形態3) 本発明の実施の形態3は、実施の形態2と同様ツイスト角 60° の場合であるが、透過用有機絶縁膜の膜厚を $1.7\mu\text{m}$ 形成することによって、反射領域と透過領域の色層の膜厚の差を $0.5\mu\text{m}$ に縮小している。色層の膜厚差が $1.2\mu\text{m}$ もあると、色層の段差が基板の平面方法にずれたとき、反射領域では液晶層の膜厚が $0.8\mu\text{m}$ に、透過領域では液晶層の膜厚が $4\mu\text{m}$ になり、その部分の色味が変化してしまう。色層の膜厚差を縮小することによって、色味の変化を緩和させ、良好な表示を得ることができる。

【0077】図7に本発明の実施の形態3に係る半透過型液晶表示装置の部分断面図を示す。図1、図6と同様に、下部側基板11、対向側基板12、液晶層13を有し、各表示セルは反射領域5と透過領域6を具備してい

る。反射領域5の液晶層の膜厚 d_r を $2\mu\text{m}$ 、透過領域6の液晶層の膜厚 d_f を $2.8\mu\text{m}$ としている点は図6と同様であるが、図6では透過用有機絶縁膜の膜厚 $d_{fo} = 0\mu\text{m}$ に対して、図7では透過用有機絶縁膜の膜厚 $d_{fo} = 1.7\mu\text{m}$ に設定している。これは上記のように、反射領域と透過領域の色層の膜厚の差を $0.5\mu\text{m}$ に縮小するためであり、反射領域5の色層の膜厚を透過領域6の色層の膜厚より $0.5\mu\text{m}$ 厚く設定している。

【0078】図8は、図7に示す半透過型液晶表示装置の下部側基板11の製造工程を示す説明図である。先ず、絶縁性基板14の上に、ゲート電極16aを形成して絶縁保護膜15を積層し、絶縁保護膜15の上に、ドレイン電極16b、半導体層16c及びソース電極16dをそれぞれ形成して、スイッチング素子としてのTFT16の基板を形成し、TFT16を覆うようにパシベーション膜21を形成する((a)参照)。パシベーション膜21の上に透明電極19を形成しない点が図2と異なっている。図2と同様の方法で、反射領域5のパシベーション膜21の上に第1の反射用有機絶縁膜17aを形成し、熱焼成により有機樹脂の角部分が丸みを帯びるものとなる((b)参照)。次に、第1の反射用有機絶縁膜17a及び透過領域を覆うように、有機樹脂からなる層間膜を塗布して、滑らかな凹凸形状とした後、露光・現像処理を行う。その後、層間膜の熱焼成を行い第2の反射用有機絶縁膜17b及び透過用有機絶縁膜10を形成する。更に、ソース電極16dまで通じるコンタクトホール22を第2の反射用有機絶縁膜17bに形成する((c)参照)。次に、透過用有機絶縁膜10の上のみスパッタでITOを形成する。さらに、全面に各々 100nm 以上、好ましくは 200nm 以上のバリアメタルであるMoと反射メタルであるAlを連続成膜する。さらに、Al/Moをウェットエッチングにより一括エッチングして、反射領域6の反射電極19のパターンニングを行う((d)参照)。なお、対向側基板12は、実施の形態1の図2、3と同じ方法で製造することができる。

【0079】上述の実施例ではノーマリホワイトについて記載したが、本発明はノーマリホワイトに限定されるものではない。ノーマリブラック、すなわち対向側基板と反射電極及び透過電極の間に電圧がかからない状態では液晶が立っており、黒表示となり、電圧を印加すると液晶が寝る状態になり、白表示となる液晶にも本発明を適用することができる。ノーマリブラックの液晶としてはVA液晶がある。VA液晶は、液晶分子が電圧を印加しない状態で垂直に配向されており、電圧を印加すると水平に寝る垂直配向モードの液晶である。VA液晶のツイスト角は 0 度で、反射領域で出射光強度最大となる液晶層の膜厚は約 $2\mu\text{m}$ 、透過領域で出射光強度最大となる液晶層の膜厚は約 $4\mu\text{m}$ である。

【0080】上述の反射領域及び透過領域での出射光強

度最大の液晶層の膜厚の記載（例えば図16、図17）は、液晶の複屈折 $\Delta n=0.086$ の場合であり、出射光強度は Δn と液晶層の膜厚で規定されるため、 Δn が変われば出射光強度最大の液晶層の膜厚も変わる。しかし、現状使用できる液晶の範囲では Δn は大きく変化はしない。

【0081】（実施の形態4） 図1の反射電極18の表面の高さ d_{ro} は、透明電極19、第1の反射用有機絶縁膜17a、第2の反射用有機絶縁膜17b、反射電極18の各膜厚によって決まる。透明電極19の高さ d_{fo} は透明電極19の膜厚によって決まる。

【0082】一方、第1の反射用有機絶縁膜17a及び第2の反射用有機絶縁膜17bの膜厚によって、反射板の法線方向に効率よく反射するための最適な反射電極の表面形状を設定することができる。図9は図19で定義した反射角に対する反射率が、第1の反射用有機絶縁膜17a及び第2の反射用有機絶縁膜17bの膜厚によってどのように変化するかを評価した結果である。グラフa～e（X、Y）のXは第1の反射用有機絶縁膜17aの膜厚、Yは第2の反射用有機絶縁膜17bの膜厚を示している。例えば、グラフaの第1の反射用有機絶縁膜17aの膜厚は $2\mu m$ 、第2の反射用有機絶縁膜17bの膜厚は $0.8\mu m$ である。

【0083】図21において、凸パターン33の中心間距離Lが一定とすると、反射電極の表面の凹凸段差 ΔD が小さいと正反射成分が多くなり、反射板の法線方向への反射は少なくなる。一方、反射電極の表面の凹凸段差 ΔD が大きいと、反射角が大きくなり過ぎて、反射板の法線方向への反射は少なくなる。従って、反射板の法線方向に効率よく反射するための最適な反射電極の表面の凹凸段差 ΔD が存在すると考えられる。そこで、第1の反射用有機絶縁膜17a、第2の反射用有機絶縁膜17bの膜厚を変化させて、反射電極の表面の凹凸段差 ΔD と反射率の関係を評価した。ここで、反射率は図19で定義した反射角0度のときの値である。結果を図10に示す。反射電極の表面の凹凸段差 ΔD が $0.5\sim 1\mu m$ のとき反射率が最大になることが分かる。

【0084】次に、第1の反射用有機絶縁膜17a、第2の反射用有機絶縁膜17bの膜厚を変化させて、反射電極の表面の凹凸段差 ΔD が $0.5\sim 1\mu m$ になる条件を評価した。結果を図11に示す。第1の反射用有機絶縁膜17aの膜厚を厚くすると、反射電極の表面の凹凸段差 ΔD も大きくなる傾向にあるが、第1の反射用有機絶縁膜17aの膜厚を厚くすると第2の反射用有機絶縁

膜17bの膜厚も厚くする必要があることが分かる。

【0085】次に、第1の反射用有機絶縁膜17aの膜厚と第2の反射用有機絶縁膜17bの膜厚の結果決まる反射用絶縁膜の膜厚と反射率の関係を評価した。表面には凹凸を形成するため、膜厚は平均値で評価した。反射率は図19で定義した反射角0度のときの値である。結果を図12に示す。反射率は、反射用絶縁膜の膜厚が $1.5\mu m$ で飽和することが分かる。ただし、ばらつきがあるので、反射用絶縁膜の膜厚を $2\mu m$ 以上にする、反射率が確実に飽和した状態になる。

【0086】以上の評価から、反射板の法線方向に効率よく反射するためには、反射用有機絶縁膜の膜厚を $1.5\mu m$ 以上、より好ましくは $2\mu m$ 以上にし、反射電極の表面の凹凸段差 ΔD を $0.5\sim 1\mu m$ になるように形成することが望ましい。

【0087】（実施の形態5） 実施の形態4の評価結果を考慮し、ツイスト角 ϕ を変化させたときの反射用電極18と透明電極19の表面の高さの差、反射用色層と透過用色層の膜厚の差をシミュレーションで求めた値を表1に示す。単位は μm である。ここでは、図1の形態、すなわち透過用有機絶縁膜は形成しない場合を想定した。透過率を高くできるからである。複屈折 Δn は 0.086 とした。液晶層の膜厚段差とは透過領域と反射領域の液晶層の膜厚の差を示し、色層の膜厚段差も透過領域と反射領域の液晶層の膜厚の差を示す。ただし、図1と同様、透過領域の色の膜厚の方が反射領域の膜厚より厚いとした。反射領域の色層は入射波と反射波で光が2度通過することから、色度域を透過領域と調整するには、透過領域より薄くする方が好ましいためである。また、図1の説明では反射領域の反射電極の膜厚は0として扱ったが、ここでは $0.3\mu m$ に設定した。各ツイスト角について反射用有機絶縁膜の膜厚が2種類あるのは、反射電極の反射特性が膜厚によって変わるが、それによって、色層の膜厚段差も変わるためである。例えば、ツイスト角 55 度では、反射用有機絶縁膜の膜厚を $2.2\mu m$ に設定すると、図12から反射率を確実に確保することができるが、色層の膜厚段差が大きくなるという欠点がある。一方、反射用有機絶縁膜の膜厚を $1.7\mu m$ に設定すると、色層の膜厚段差が小さくできる長所があるが、図12から反射率はほぼ確実だが、大きくばらつくと予定値より多少低下する可能性がある。

【0088】

【表1】

21

ツイスト角	透過領域の 液晶層の膜厚	反射領域の 液晶層の膜厚	液晶層の 膜厚段差	反射領域の 反射電極の膜厚	反射用有機 絶縁膜の膜厚	色層の 膜厚段差
55度	2.7	1.7	1	0.3	2.2	1.5
	2.7	1.7	1	0.3	1.7	1
40度	2.8	1.5	1.3	0.3	2.2	1.2
	2.8	1.5	1.3	0.3	1.7	0.7
0度	2.9	1.4	1.5	0.3	2.2	1
	2.9	1.4	1.5	0.3	1.7	0.5

22

【0089】

【発明の効果】反射用絶縁膜を反射板の反射効率最大の膜厚に設定し、透過用有機絶縁膜の膜厚はゼロに設定する。そのとき反射領域及び透過領域の液晶層の膜厚を出射強度最大になるように反射領域及び透過領域の色層の膜厚を調整する。このように反射領域の液晶の膜厚は反射用絶縁膜の膜厚と反射用色層の膜厚によって調整し、透過領域の液晶の膜厚は透過用色層の膜厚によって調整することによって、容易に明るい表示の半透過型液晶表示装置を提供することができる。しかも、透過領域には有機絶縁膜が存在しないため、その分透過率は向上する。

【0090】一方、上記設定において、反射領域と透過領域の色層の膜厚の差が大きくなる場合は、反射用絶縁膜の膜厚を変えことなく制御できる範囲で有機絶縁膜を含む透過用絶縁膜の膜厚を調整し、反射領域と透過領域の色層の膜厚の差を抑制することができる。このように反射領域の液晶の膜厚は反射用絶縁膜の膜厚と反射用色層の膜厚によって調整し、透過領域の液晶の膜厚は透過用絶縁膜の膜厚と透過用色層の膜厚によって調整することによって、容易に明るい表示の半透過型液晶表示装置を提供することができる。しかも、反射領域と透過領域の色層の膜厚の差が所定の範囲に抑えられるため、下部側基板の反射領域と透過領域の境界と対向側基板の色層の反射領域と透過領域の境界が平面方向にずれても、色味の変化を許容範囲内に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態1の半透過型液晶表示装置の部分断面図である。

【図2】実施の形態1の下部側基板の製造工程を示す断面図である。

【図3】実施の形態1の対向側基板の製造工程を示す断面図である。

【図4】実施の形態1の対向側基板の他の製造工程を示す断面図である。

【図5】実施の形態1の対向側基板の他の製造工程を示す断面図である。

【図6】実施の形態2の半透過型液晶表示装置の部分断面図である。

【図7】実施の形態3の半透過型液晶表示装置の部分断

面図である。

【図8】実施の形態3の下部側基板の製造工程を示す断面図である。

【図9】実施の形態4の反射角と反射率の関係を示す図である。

【図10】実施の形態4の反射用有機絶縁膜の膜厚の凹凸段差と反射率の関係を示す図である。

【図11】実施の形態4の第1の反射用有機絶縁膜の膜厚と反射用有機絶縁膜の膜厚の凹凸段差の関係を示す図である。

【図12】実施の形態4の反射用有機絶縁膜の膜厚と反射率の関係を示す図である。

【図13】従来の半透過型液晶表示装置の平面図である。

【図14】従来の半透過型液晶表示装置の断面図である。

【図15】半透過型液晶表示装置の各部位における偏光状態を示す図である。

【図16】液晶層の膜厚と透過モード、反射モードでの出射光の強度を示す図である。

【図17】半透過型液晶表示装置の各部位における液晶のツイスト角と最適膜厚を示す図である。

【図18】入射光と反射光との関係を示す模式図である。

【図19】光源、反射板及び観察者相互間の位置関係を示す模式図である。

【図20】従来の凹凸パターンの平面図である。

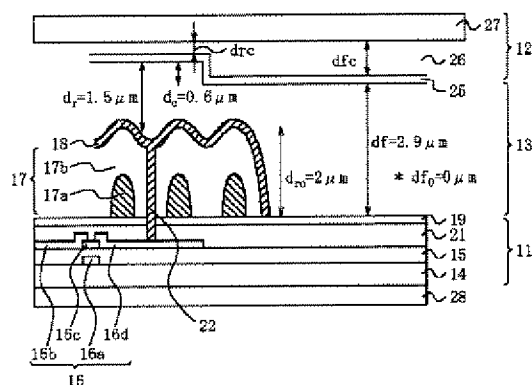
【図21】図20に示した凹凸パターンの断面図である。

【符号の説明】

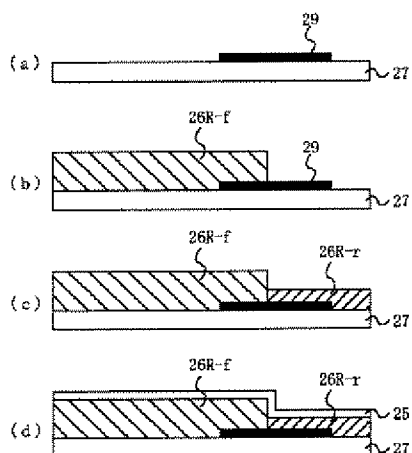
- 1 画素電極
- 2 ゲート配線
- 3 ドレイン配線
- 4 薄膜トランジスタ
- 5 反射領域
- 6 透過領域
- 7 透明電極
- 8 絶縁層
- 9、32 反射板
- 10 透過用有機絶縁膜

- 11 下部側基板
- 12 対向側基板
- 13 液晶層
- 14 絶縁性基板（下部側）
- 15 絶縁保護膜
- 17 反射用有機絶縁膜
- 17a 第1の反射用有機絶縁膜
- 17b 第2の反射用有機絶縁膜
- 18、35 反射電極
- 19 透明電極（下部側）
- 20 位相差板（ $\lambda/4$ 板）
- 20a 位相差板（下部側）
- 20b 位相差板（対向側）

【図1】



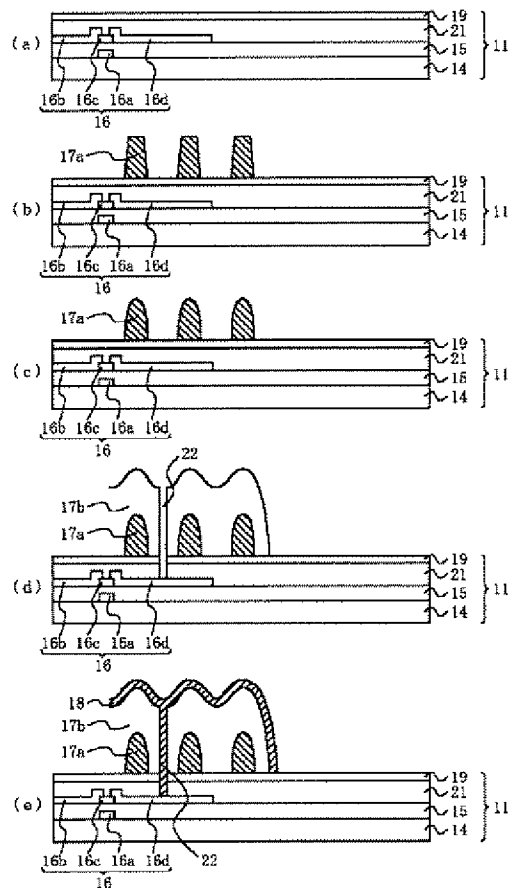
【図3】



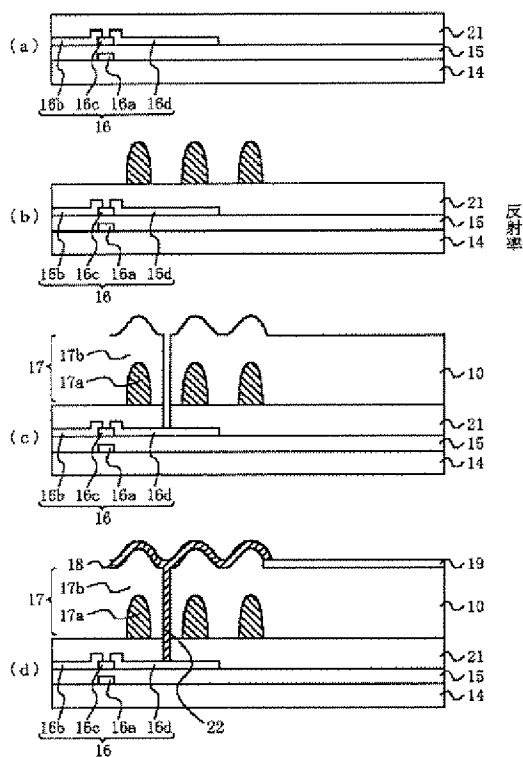
- * 21 パシベーション膜
- 22 コンタクトホール
- 23 偏光板
- 23a 偏光板（下部側）
- 23b 偏光板（対向側）
- 25 透明電極（対向側）
- 26 色層
- 27 絶縁性基板（対向側）
- 28 バックライト
- 10 29 遮光層
- 33 凸パターン（第1の絶縁膜）
- 34 第2の絶縁膜

*

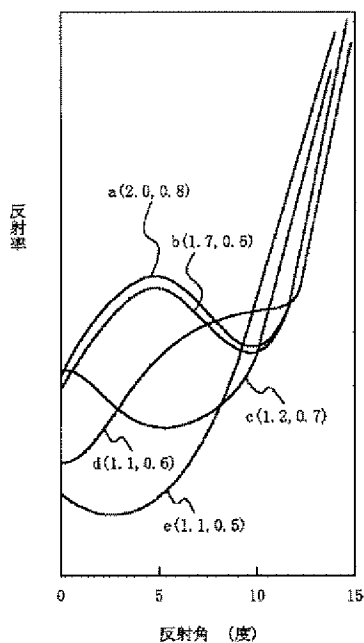
【図2】



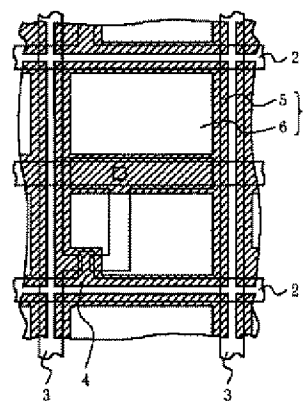
【图 8】



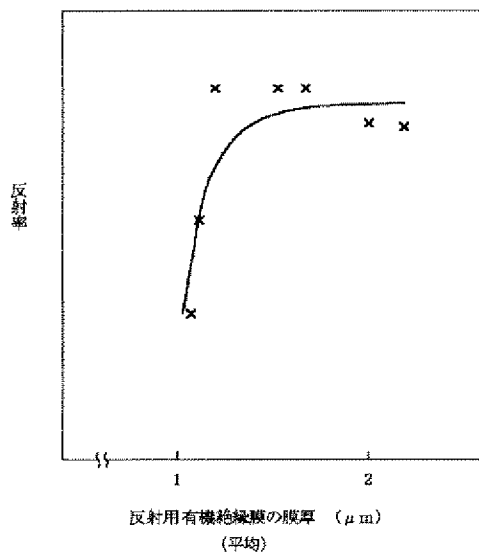
【图9】



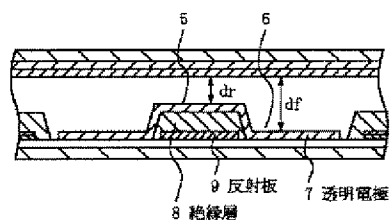
【例 13】



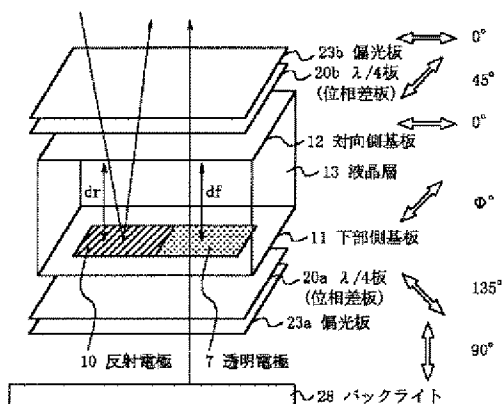
【例 2】



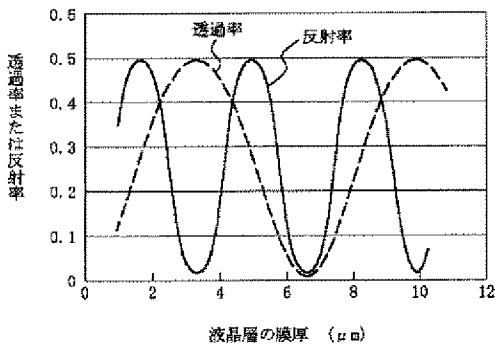
【图 14】



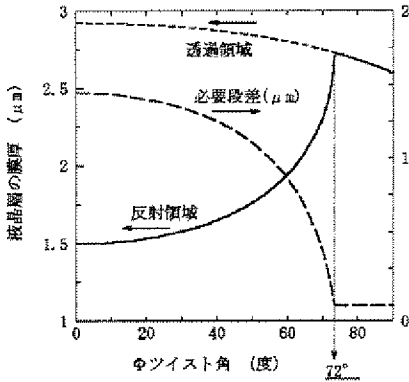
【例 15】



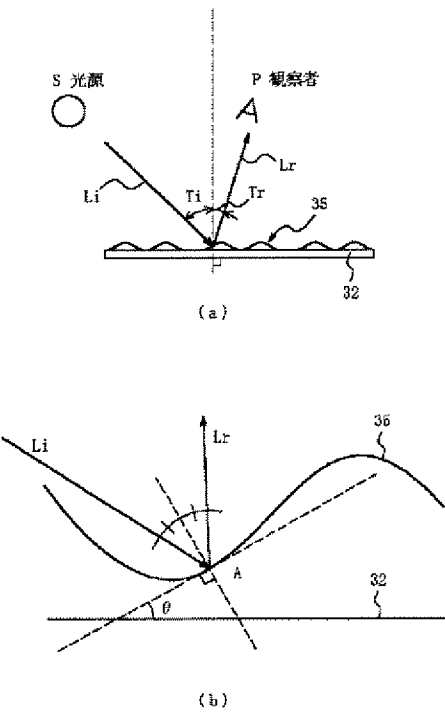
【図16】



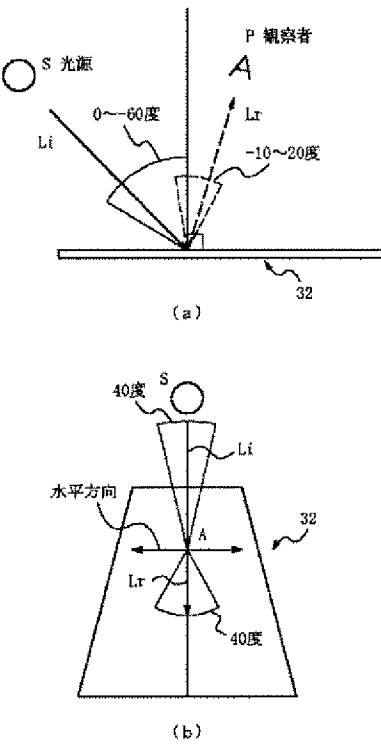
【図17】



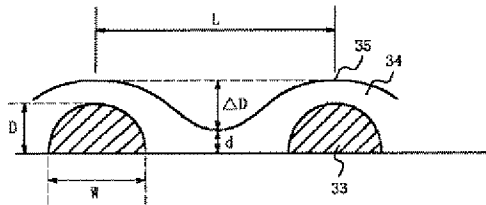
【図18】



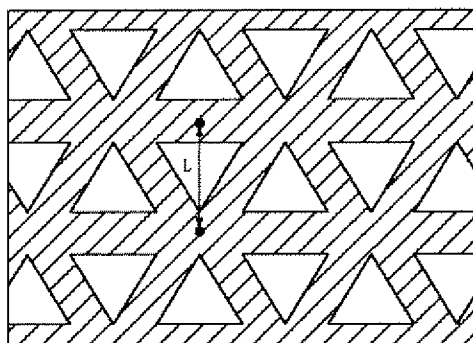
【図19】



【図21】



【図20】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷		識別記号	F I	タームコード(参考)	
G 0 2 F	1/1335	5 0 5	G 0 2 F	1/1335	5 0 5 5 C 0 9 4
G 0 9 F	9/00	3 4 2	G 0 9 F	9/00	3 4 2 Z 5 C 4 3 5
	9/30	3 3 8		9/30	3 3 8
		3 4 8			3 4 8 A
	9/35			9/35	

(72)発明者 池野 英徳
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

Fターム(参考) 2H048 BA45 BB02 BB07 BB44
2H089 HA07 KA11 KA15 NA33 QA16
SA01 SA05 SA07 SA17 TA02
TA05 TA13
2H090 HA02 HA04 HA05 HA07 HD00
HD06 LA01 LA20
2H091 FA02Y FA15Y FA31Y FA35Y
FD04 FD12 GA02 GA07 GA16
JA03 KA03 LA16 LA30 MA10
2H092 GA16 GA17 GA19 JA24 JB07
JB08 JB14 JB52 JB58 KB22
KB25 KB26 MA01
5C094 AA03 AA08 AA10 AA42 AA43
AA48 BA03 BA43 CA19 CA24
DA15 EA04 EA07 GB10
5G435 AA03 AA04 BB12 BB15 BB16
CC09 CC12 HH14 KK05 KK09
KK10